广电融合网络架构技术分析

李爱民[1] 周晓耀[2] 朱伟斌[3]
（1. 云南省广播电视局楚雄 692 台，云南 楚雄 675000；2. 青田传媒集团，浙江 丽水 323900；
3. 长兴县融媒体中心，浙江 湖州 313100）

摘　要：新时代背景下，新媒体业务内容不断丰富和完善，促进其用户大量增长。但用户需求与新媒体业务网络服务能力之间产生的矛盾也越来越突出，提高网络服务质量已经成为新媒体业务亟待改进的一个重要课题。要满足这一需求，需要通过网络融合方式来实现。现阶段，越来越多的专家和学者将研究工作重点转向网络融合，但研究内容大多还停留在业务相互接入的基础应用层面，没有深入探索网络层、传输层等深层系统，导致新媒体业务网络服务瓶颈依然没有从根本上得到解决。结合实际情况来看，新媒体业务往往在上行、下行方面处于不对称状态，也就是上行业务数据量较小，而下行业务数据量较大，并且服务过程中焦点业务和焦点时间段具有集中性特点，会为网络传播造成一定压力。网络广播在网络传输方面则具有无可比拟的优势，不仅传输量大、覆盖范围广，而且可靠性强，不会发生拥塞现象。所以，将通信网与广播网结合已经成为网络融合大势所趋。基于此，本文将探索一种适合广电融合网络架构技术，旨在为提高新媒体业务服务能力奠定基础，从而为用户提供优质体验。

关键词：广电；移动通信；融合；网络构架；架构技术；LLC 帧　　**中图分类号：**TN929.5　　**文献标识码：**A
文章编号：1671-0134（2021）06-152-03　　**DOI：**10.19483/j.cnki.11-4653/n.2021.06.048
本文著录格式：李爱民，周晓耀，朱伟斌 . 广电融合网络架构技术分析 [J]. 中国传媒科技，2021（06）：152-154.

导语

将广播网与通信网相互融合、相互渗透，充分发挥不同网络各自存在的优势，有利于为用户提供非对称宽带交互式宽带信息服务。具体来说，移动通信网络可以为用户提供宽带数据服务，从而满足网络数据交互目标。数字广播网络可以为用户提供单向宽带信息服务，从而满足网络大容量数据传播目标。广播系统可以有效提高大量用户公共信息的传播速度、传播效率以及覆盖范围，并且传播过程可靠性高，无拥塞问题。[1] 随着科学技术不断进步，数字电视网络发展势头也越来越迅猛，促进广播网络电视不仅在传统广播业务方面发挥重要作用，在融合网络方面也初露头角。虽然现阶段我国网络融合依然处于起步阶段，但融合技术在 IP 语音网络方面已经取得了显著成绩，其不仅能够简化网络管理，还能够节省部署成本、运营费用以及资本开支。所以本文重点对通信广播融合网络技术进行研究，并提出体系结构与传输关键技术，对促进网络深入融合而言具有一定现实意义。

1. 广电融合网络设计思路

在广播电视融合网络设计过程中，需要充分考虑广播电视特点，选择单向网络与双向网络同时适用的融合组网技术，从而在充分发挥网络有效资源作用的情况下，尽可能减少协议与设备的改动，如此则能够在实现网络融合目标的基础上节约成本。结合相关研究进行分析，在广电融合网络设计过程中，可以选择以下两种技术方案。

第一，借鉴 3GPP NSA 网络架构技术。这种构架能够支持 5G 通讯网络技术和 LTE 技术，并且在该构架中，5G 的 LET 与 NR 只能作为一种信息数据传输途径。其中控制版面信令承载 SRB 只能通过 LTE 空口实现传输目标。数据版面无线承载 DRB，则可以在 NR 或者 LTE 空口实现数据传输。eNB 与 UE 处于 PDCP 子层时，可以对将数据平面无线承载 DRB 进行调度，将其调度到 NR 空口从而实现数据传输目标。[2] 这也是 3GPP NSA 网络架构的基本内容，基于这一设计理念，可以将体制存在差异性的各种 IP 传输网络看成 PDCP 子层帧流的透明传输渠道，并通过该渠道传输数据平面的无线承载 DRB，如此则可以利用上行、下行不同数目的数据平面，统一承载广电已有网络、LTE 以及 NR 的全 IP。可以看出，这种广电融合网络设计思路具有简便性，能够直接通过拓展 NSA 核心网络实现，同时，LTR 能够同时与 Wifi 网络一同传输信息数据。但该构架也存在一个弊端，就是无法实现一个无线承载多个传输网络的目标，不能满足统一承载需求，并且无法实现无线承载多个网络传输动态调度、分配需求，所以自然不能适应多个网络链路质量、负荷变化情况。

第二，将 5G、WiFi、4G 以及广电现有传输网络作为 IP 业务传输通道，并建立异构传输通道，利用 IP 流实现网络融合传输需求。这种融合组网架构需要多种设备的支撑，包括多网络分发汇聚服务器设备、一体化终端设备。同时需要在服务器与终端之间建立一套虚拟路径，并在网络层设计无线资源管理服务器以及一体化 IP 协议

栈。[3] 在这一构架下，资源管理服务的主作用就是合理调度，通过调度满足异构无线网络相互融合的目标。另外，在具有分发、汇聚功能的一体化服务器间有大量物理传输链路，在提供业务服务过程中，该物理传输链路能够保证应用层业务数据持续传输，即便某一条物理链路存在故障，也不会发生中断现象。与此同时，该构架中服务器中断在发送应用程序过程中所产生的数据业务流，会通过资源管理服务器科学调度，为其选择一条或多条物理链路，从而实现实时传输目标，在此过程中，即便其中一条物理链路受各种因素影响断开，应用层数据也不会产生中断，资源管理服务器会结合实际情况立即选择其他物理链路，并持续传输。除此之外，业务流数据在发端和收端完成数据封装以及解封装过程中，需要结合新设计协议进行分析，从而为资源管理服务器灵活调度、科学管理奠定良好基础。

想要满足多个无线资源管理服务器跨区漫游、动态管理需求，可以通过 IP 协议来实现。具体来说，就是利用 IP 协议来实现建立在 IP 基础上的“同构”，同时对物理层“异构”进行屏蔽，在此过程中，IP 协议栈发挥了自身转化、适配作用。[4]

另外，网络融合过程中，可以利用不同网络接口，实现多网络接入目标，如此可以将业务数据分散到不同子流，使其在不同链路实时传输，并且在下行链路传输过程中还能够调用广播传输链路，通过组播使数据高效传播。由此可见，这种融合网络构架能够同时满足多条链路宽带能力聚合，有利于提高传输吞吐量整体性能。

众所周知，广播电视信号具有卫星、无线、有线等网络系统，所以其信号覆盖率也相对较高，有利于充分发挥广电融合网络所具备的功能和作用。基于此，本文将以地面数字电视作为基础，利用广电 5G 网络、无线局域网以及电信网络资源构建广电融合网络构架，以此来打通网络平台与一体化终端之间存在的传输链路，从根源上解决体制不同造成的组网难问题。

在网络系统中，一体化终端和分发、汇聚服务器具备多种类型的网络接口，并且每种接口都具备一个接入 IP 地址，通过接入 IP 地址的方式，能够连接不同传输网络。用户端可以利用多种模式的终端设备，连接各种传输网络 IP 地址，如此可以将用户端数据分流，从而实现数据收发目标。在该构架中，所有网络都能够满足双向 IPIP 分组流收发的目标，并且多种模式终端的每个传输网络接口，都具备各自的接收 IP 地址，如此，多种模式终端就能够同时接入多个 IP 地址，并与分发、汇聚服务器接入的多个 IP 地址之间建立单向或双向 IP 渠道，多种模式终端业务的 IP、TCP 协议在不同 IP 通道上，通过分流能够在多个 IP 渠道承载，从而实现 IP 业务流在多个 IP 对应的传输网络间灵活转换与高效传输目标。[5] 在实际应用过程中，其优势可以从以下三个方面进行深入研究。

第一，同一个 IP 业务流能够同时实现多个传输网络融合传输目标，有利于获得最大化传输宽带。

第二，能够适应传输网络链路质量产生的不同变化，通过接入网络，可以在实时转换中提高多模块终端通信质量。

第三，能够利用多个网络接入的覆盖实现相互补充目标，同时还能够满足跨物理网络实时传输需求，不仅能够提高广电业务移动接入网覆盖范围，还能够为用户带来更好的信息体验。

2. 建立在 LLC 帧基础上实现多业务承载需求

如果业务 IP 业务流同时在多个 IP 渠道承载传输，不可避免会导致接收方出现接收乱序问题，[6] 针对这一问题，需要从 IP 业务流多渠道传输顺序方面进行解决，使其能够在承载传输中按序送达。现阶段，能够满足按序送达的方式有两种，一种为多路径 TCP 协议，另一种为 LLC over tunnel 技术。通过理论研究和实践对比得出结论，后者优势更大，所以在本次广电融合网络构架中，选择了 LLC over tunnel 技术。

所谓 LLC over tunnel 技术，就是将 LLC 逻辑链路与 UDP 隧道有机融合，保证在所有 IP 分组化的网络链路上，都会有相应的 UDP 隧道，当业务 IP 分流经过 LLC 数据封装后，会形成 LLC 帧流，并且每个 LLC 帧流都会分为多个 LLC 帧。结合多个不同网络接入的链路状态，能够使多个 LLC 帧发送到与网络链路相对应的 UDP 隧道中，使 LLC 帧以 UPD 报文形式进行传输，如此则能够实现一个 IP 业务流同时在多个网络链路传输数据，并获得汇聚传输宽带。[7] 另外，接收方接收到传输内容后，会结合 LLC 报文头的编号信息，准确识别 UDP 隧道接受的 LLC 属于一个逻辑连接。将相同的 LLC 逻辑链路的 LLC 帧，按照报文头顺序号字段，利用一个接收窗口实现按需提交需求，保证 IP 业务流通过 LLC over tunnel 技术能够满足传输网络并行传输需求，并且传输具有有序性。

通过以上分析可以看出，LLC over tunnel 技术具有无可比拟的优势，具体可以从以下几点进行分析。

第一，UDP 隧道与 TCP 隧道相比更加容易实现，并且分发汇聚服务器能够同时为多个用户提供服务。

第二，UDP 隧道能够为单向广播链路传输提供便利，有利于单向链路与 IP 全业务实现网络融合。

第三，同一个网络链路能够一同承载多个 LLC 逻辑链路，不仅能够同时为多个业务提供支持，还能够满足广播、组播以及单播需求。

第四，实现跨传输网络业务重传需求，同时能够接受链路状态汇报以及 ARQ 确认帧。并且 ARQ 确认帧与跨传输网络的链路状态汇报能够在不同链路上实现冗余传输目标，如此可以降低反馈信息的丢失率。

第五，能够提高传输网络吞吐量，与 MPTCP 相比不会发生拥堵现象，自然不会影响发送速率。并且可以充

分利用传输链路中的有用宽带获得最大化汇聚传输宽带。

3. 基于 DTMB 基础上设计的 IP 传输

DTMB 是地面数字广播电视的一种广播系统，其覆盖范围较广，所以本文在广电融合网络架构设计中，将基于 DTMB 为基础设计 IP 传输通道，以此来实现具有天然组播以及大覆盖特点的 IP 覆盖。

为满足这一需求，首先需要拓展 DTMB 功能，使其能够满足广播链路承载单向的 IP 组播分组以及广播分组，而后利用 LLC over tunnel 技术，借助分发、汇聚服务器设备，构建基于 IP 的全业务移动接入网的用户平面系统。

当多种模式终端需要利用 DTMB 渠道传输 IP 分组业务时，需要利用与运行维护平台交换的 IP 信令获取频道信号，多种模式终端设备能够利用上行传输通道，将信令传送到分发、汇聚服务器设备，而后通过设备转发给维护平台。此时，多种模式终端能够结合提前定义好的 DTMB 信道，实时获取有 LLC over tunnel 技术承载的 IP 信令分组，如此就能够满足多种模式终端到相应的 DTMB 信道接收下行 IP 业务分组，在此过程中，DTMB 信道只能够作为 LLC over tunnel 传输的一个网络链路。

想要充分发挥 IP 分组传输的作用和价值，有效提高 DTMB 信道中 IP 分组传输水平，并且满足 IP 全业务支持需求，就要从以下三个方面入手：第一，保证标准 TS 柳格式与 DTMB 传输标准相互兼容，第二，保证同一 DTMB 信道能够同时承载多个终端下行单播分组以及组播分组。第三，尽可能降低 TS 传输包填充开销。[8]

为了使 IP 报文能够在 DTMB 标准 TS 传输包格式传输，并且实现多链路统一传输需求，需要对 TS 传输包的 PID 字段进行重新定义，将其定义为全新 PID 类型，使其可以承载单播 LLC 帧与组播 LLC 帧传输需求。在此基础上对下行单播 IP 分组和 IP 分组进行传输。另外，在保留的 PID 中对 PID–IP 进行分别定义，以此来满足 TS 传输包统一承载 IP 业务分组和信令分组传输需求。其中涉及的 IP 业务分组包括两种，一种为 IP 组播业务，另一种为 IP 单播业务。

基于 DYMB 物理信道承载传播的 LLC 帧设计方法需要从以下几点入手：第一，利用 LLC 帧类型字段重新定义一种组播业务 LLC 帧的类型标识。第二，对组播业务 LLC 格式进行合理设计，使其能够同时满足承载 IP 组播业务分组传输需求，并且能够在非广播通信道上通过 IP 隧道实时传输。第三，组播业务与单播业务的 LLC 帧，在 TS 传输包中可以通过连接、分割等一系列操作，有效减少 TS 传输包填充开销。第四，由于 IP 分组，所以其在 TS 传输包中需要占用较大的传输开销。针对这一问题，可以通过头压缩功能减少开销。具体来说，就是在分发、汇聚服务器针对某一 IP 业务流提供支持时，利用 TCP 头、IP 头与 index 之间的映射关系，能够将 TCP 头与 IP 头进行压缩，并利用现行多链路，将 TCP 头、IP 头以及 Index 发送到多种模式终端设备中，一直到终端设备通过上行链路确认映射关系后，才能够实现通过 Index 减少 IP 头与 TCP 头开销的目标。

结语

综上所述，传统独立数据以及存储网络会在一定程度上增加额外支出，这也导致网络架构中存在的不合理之处越来越突出，很多专家学者已经将研究重点转向可以专用于 PC 储存网络融合到通用网络的研究中，这不仅是解决网络服务瓶颈的有效措施，也是融合网络大势所趋。所以本文提出了一种一体化接收终端，并依靠分发汇聚服务器设备支持构成的广电融合网络构架，旨在为提高网络服务质量奠定基础。媒

参考文献

[1] 顾秋虹 . 浅谈广电媒体融合业务变革与技术架构实践 [J]. 数字通信世界，2020（7）：171+175.

[2] 李继龙，谢天宇，魏玉冰 . 广电融合网络架构技术研究 [J]. 电视技术，2020（2）：40-43.

[3] 张安航 . 融合基础架构在广电领域的应用 [J]. 现代电视技术，2019（4）：124-128.

[4] 唐铮 . 广电媒体融合转型的路径选择 [J]. 新闻与写作，2018（5）：85-87.

[5] 刘助翔 . 基于融合架构的全台网安全体系建设 [J]. 电视技术，2017（Z1）：159-165.

[6] 胡鑫，刘鹏飞，熊欣 . 广电媒体机构媒体融合发展的思考 [J]. 有线电视技术，2017（5）：18-19+22.

[7] 胡涛 . 基于云架构的深圳广电融合媒体数据中心设计 [J]. 电视技术，2017，（18）：59-63.

[8] 张伟 . 互联网与广播电视融合点播技术架构研究 [J]. 广播与电视技术，2017（4）：71-72+74-75.

作者简介：李爱民（1972-），男，云南楚雄，高级工程师，研究方向：广播电视工程技术；周晓耀（1975-），男，浙江青田，工程师，研究方向：广播电视以及有线电视网络技术；朱伟斌（1979-），浙江湖州，助理工程师，研究方向：广电技术、网络信息技术及数据中心。

（责任编辑：胡杨）